

Filière SMP/SMC – S1
Thermochimie Corrigé de la série 1

Exercice 1

1-

- État solide

Le volume dont dispose une molécule = Volume du solide / nombre de molécules présentes dans ce volume : $v_{sol} = \frac{V}{n}$;

$$n = \frac{m(solide).N}{M(N_2)} ; \quad m(solide) = \rho.V ; \quad v_{sol} = \frac{M}{\rho.N} ; \quad v_{sol} = 4,5.10^{-26} L$$

- État liquide : $v_{liq} = 5,7.10^{-26} L$

- État gazeux

A T = 273 K et P = 1 atm, le volume molaire $V_m = RT/P = 22,4 L$

Le volume dont dispose une molécule est : $v_{gaz} = \frac{V_m}{N} = 3,7.10^{-23} L$

2- Fraction du volume occupée par les molécules :

- État solide : $2,4.10^{-26} / 4,5.10^{-26} = 0,53$ (**53 %** et 47 % de vide).

Le diazote solide correspond à un empilement compact de molécules au contact les unes des autres.

- État liquide : $2,4.10^{-26} / 5,7.10^{-26} = 0,42$ (**42 %**, et 58 % de vide).

Dans l'état liquide, les molécules sont un peu moins serrées, donc légèrement plus libres par rapport à l'état solide.

- État gazeux : $2,4.10^{-26} / 3,7.10^{-23} = 6,5.10^{-4}$ (**0,06 %**, et 99,94 % de vide).

En moyenne, à l'état gazeux, une molécule dispose d'un espace 1500 fois plus grand que son propre volume.

Pour provoquer les changements d'état, il faut vaincre les forces de cohésion entre les molécules.

L'énergie nécessaire pour faire passer les molécules à l'état gazeux est beaucoup plus grande que celle nécessaire pour leur donner seulement un peu plus de liberté dans l'état liquide.

Exercice 2

Dans les conditions normales de pression et de température (P = 1atm, T = 273K), une mole de gaz parfait occupe un volume de 22,4 litres.

$$PV = n RT, \quad P = 1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mm Hg}$$

1- $R = 0,082 \text{ L.atm.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

2- $R = 8,314 \text{ J. mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

3- $R = 62,36 \text{ L. mmHg mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

4- $R = 1,99 \text{ cal. mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Exercice 3

1- Un gaz parfait est un modèle thermodynamique décrivant le comportement des gaz réels à basse pression. Un gaz parfait est constitué de particules ponctuelles (sans volume propre), très éloignées les unes des autres, sans forces d'interaction électrostatiques (parfaitement indépendants).

2- Le nombre de mole de gaz contenu dans un volume V_i à la pression P_i :

$$n_i = P_i V_i / RT$$

$$\text{CO}_2 : P_1 = 4 \text{ atm}, V_1 = 3\text{L et } T = 300\text{K} \quad n_{\text{CO}_2} = P_1 V_1 / RT = 0,488 \text{ mol}$$

$$\text{O}_2 : P_2 = 6 \text{ atm}, V_2 = 1\text{L et } T = 300\text{K} \quad n_{\text{O}_2} = P_2 V_2 / RT = 0,244 \text{ mol}$$

3- La pression partielle d'un gaz dans le mélange occupant un volume V à la température T est $P_i = n_i RT / V$

A $T = 300\text{K}$:

$$P_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} RT / V_1 + V_2 = 3 \text{ atm}$$

$$P_{\text{O}_2} = n_{\text{O}_2} RT / V_1 + V_2 = 1,5 \text{ atm}$$

La pression totale est $P_T = P_{\text{CO}_2} + P_{\text{O}_2} = 4,5 \text{ atm}$

4- La masse volumique d'un gaz est $\rho = m_{\text{gaz}} / V$

$$\rho_{\text{mél}} = m_{\text{mél}} / V = (m_{\text{CO}_2} + m_{\text{O}_2}) / V = (n_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{CO}_2} + n_{\text{O}_2} \cdot M_{\text{O}_2}) / V$$

avec $V = V_1 + V_2$

$$\text{ou } \rho_{\text{mél}} = (P_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{CO}_2} + P_{\text{O}_2} \cdot M_{\text{O}_2}) / RT = 7,32 \text{ g/L}$$

5- La pression totale à $T' = 300\text{K}$

$$P'_T = n_i RT' / V_1 + V_2 = 4,95 \text{ atm}$$

La masse volumique à $T' = 330\text{K}$ reste la même puisque le volume ne change pas.

Exercice 4

1- La quantité de chaleur fournie par le bloc de plomb refroidi de 373K à 273K est : $Q_{\text{Pb}} = n_{\text{Pb}} \cdot C_{\text{Pb}} \cdot \Delta T = (m_{\text{Pb}} / M_{\text{Pb}}) \cdot C_{\text{Pb}} \cdot \Delta T = -6370,65\text{J}$

La quantité de chaleur nécessaire pour la fusion de 90g de glace est :

$$Q = n_{\text{H}_2\text{O(s)}} \cdot L_f = (90/18) \cdot 5,98 = 2,99 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$|Q_{\text{Pb}}| < Q$: la quantité de chaleur fournie par le bloc de plomb est insuffisante pour faire fondre toute la masse de glace.

$Q_{\text{Pb}} + Q_{\text{glace}} = 0$ (en supposant qu'il n'y a pas de pertes de chaleur)

$$Q_{\text{glace}} = -Q_{\text{Pb}} = n'_{\text{H}_2\text{O(s)}} \cdot L_f = (m'_{\text{H}_2\text{O(s)}} / M_{\text{H}_2\text{O}}) \cdot L_f$$

$m'_{\text{H}_2\text{O(s)}} = 19,17\text{g}$: la masse de glace fondue après introduction du bloc de plomb.

La température du milieu est donc de 0°C (équilibre entre eau et glace)

2- La quantité de chaleur fournie par le bloc d'aluminium refroidi de 100°C à 0°C est :

$$Q_{\text{Al}} = n_{\text{Al}} \cdot C_{\text{Al}} \cdot \Delta T = (m_{\text{Al}} / M_{\text{Al}}) \cdot C_{\text{Al}} \cdot \Delta T = -45 \text{ kJ}$$

La quantité de chaleur nécessaire pour la fusion de 90 g de glace est :

$$Q = n_{\text{H}_2\text{O(s)}} \cdot L_f = (90/18) \cdot 5,98 = \mathbf{29,9 \text{ kJ}}$$

$|Q_{\text{Al}}| > Q$: la quantité de chaleur fournie par le bloc d'aluminium est suffisante pour faire fondre toute la masse de glace et élever la température de l'eau.

$Q'_{\text{Al}} + Q + Q_{\text{eau}} = 0$ (en supposant qu'il n'y a pas de pertes de chaleur)

$$n_{\text{Al}} \cdot C_{\text{Al}} \cdot (T_f - T_1) + Q + n_{\text{H}_2\text{O(l)}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O(l)}} \cdot (T_f - T_0) = 0 \text{ avec } T_0 = 273\text{K et } T_1 = 373\text{K}$$

$$(m_{\text{Al}} / M_{\text{Al}}) \cdot C_{\text{Al}} \cdot (T_f - T_1) + (m_{\text{H}_2\text{O(s)}} / M_{\text{H}_2\text{O}}) \cdot L_f + (m_{\text{H}_2\text{O(s)}} + m_{\text{H}_2\text{O(l)}}) / M_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O(l)}} \cdot (T_f - T_0) = 0$$

$T_f = 274,2 \text{ K}$ soit $1,2^\circ\text{C}$: la température de l'eau s'élève de $1,2^\circ$.